

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УЧАСТНИКАМИ НЕФОРМАЛЬНОГО СЕКТОРА РЫНКА ВЕНЧУРНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

УДК 519.86

**Екатерина Игоревна Брагина,**  
ассистент кафедры «Политология»  
Волгоградского государственного техни-  
ческого университета (ВолгГТУ)  
Тел.: 8 (8442) 24-84-79  
Эл. почта: ekaterin-bragin@yandex.ru

В статье предложен новый подход к оценке инновационных проектов бизнес-ангелами, базирующийся на концепции построения цветографических карт с дальнейшей обработкой их нейронными сетями. Выделены наиболее значимые критерии оценки инновационных проектов на стадиях deal flow и due diligence. Каждый критерий предполагается оценивать по шести составляющим, дающим полное представление о степени его проработки. Критерии, а так же его составляющие, проранжированы по степени значимости для бизнес-ангела. Так же предложен метод обработки цветографической карты нейронной сетью.

**Ключевые слова:** бизнес-ангелы; инновационный проект; критерии оценки инновационных проектов; стадии deal flow и due diligence; нейронные сети.

**Ekaterina I. Bragina,**  
Assistant of department «Political  
science» Volgograd State Technical Uni-  
versity (VSTU)  
Tel.: 8 (8442) 24-84-79  
E-mail: ekaterin-bragin@yandex.ru

## MODELING OF PROCESS OF DECISION-MAKING BY PARTICIPANTS OF INFORMAL VENTURE MARKET

A new approach for the evaluation of innovative projects by business angels, based on the concept of building color-graphic cards with further it's processing by neural networks is proposed in this article. The most important criteria for evaluation of innovative projects in the deal flow and due diligence stages selected. Each criterion is supposed to be evaluated by six components, giving a complete picture of the extent of its study. The criteria, as well as its components, are ranked in order of importance for a business angel. A method of processing building color-graphic cards by neural network is also proposed in this work.

**Keywords:** business angels, innovation project, assessment criteria of innovative projects, deal flow and due diligence stages, neural networks.

## 1. Введение

Бизнес-ангельское инвестирование в его современном виде – сравнительно новое явление в мировой экономике, а в российском контексте можно говорить лишь о процессе формирования данного сегмента экономики. Бизнес-ангелами считаются инвесторы (физические и юридические лица), вкладывающие средства в малые инновационные предприятия ранних стадий развития. Размер инвестиций от бизнес-ангелов в одну компанию не превышает обычно 1 млн евро [6].

Венчурное и бизнес-ангельское инвестирование в Российской Федерации – непубличные секторы экономики, и их динамика и развитие могут быть прослежены и изучены только лишь по отдельным исследованиям и публикациям. Инвестиции, которые по своему формату могут быть отнесены к бизнес-ангельским, уже получили в РФ некоторое распространение. Фаза их первоначального зарождения пришлась на первую половину 1990-х гг. – начало становления рыночной экономики [7]. По мере появления в стране состоятельных людей некоторые из них готовы были вложить небольшую часть своих средств в «посевные» компании. В основном это были проекты родственников и знакомых, бывших научных коллег [4]. В табл. 1 приведены предпочтения российских бизнес-ангелов при выборе инновационных проектов [7].

## 2. Основные критерии оценки инновационных проектов ранних стадий развития

Как известно, существует два основных этапа рассмотрения заявки на получение бизнес-ангельских инвестиций – deal flow и due diligence. Работа на стадии deal flow заключается в проведении экспертизы проекта и предусматривает формализованный порядок рассмотрения, подготовки и принятия решений по проектам, поступающим к инвестору в целях привлечения инвестиций. Стадия due diligence – достаточно дорогостоящая и занимает достаточно длительное время. Связано это с тем, что на данной стадии привлекаются эксперты в области маркетинга, производства, различного рода технологи, делается детальный анализ рынка [7].

На каждой стадии объект оценивается по набору критериев. Причем существует достаточно большое количество критериев для оценки проектов, так как и достаточно большое количество методик оценки (анкетные листы, беседы с потенциальными получателями инвестиций) [2,3,6]. В то же время все существующие методики являются несовершенными, так как не включают в себя полную информацию о поступившем проекте и достаточно большой объем информации необходимо запоминать, не фиксируя в документах [4, с. 31–33].

Существуют так же методики, основанные на весовых коэффициентах, балльных оценках, применяемые венчурными и бизнес-ангельскими инвесторами. Каждая методика, используемая разными инвесторами, будет иметь уникальный набор критериев, по которым происходит оценка инновационных проектов [4]. Методики, основанные на ранжировании критериев, не могут так же учитывать необходимость подготовки проекта к презентационной сессии. Поэтому необходимо создание унифицированной методики, включающей основные критерии оценки и позволяющей оценивать перспективность каждого инновационного продукта и учитывать предпочтения бизнес-ангелов.

Качество поданного на рассмотрение инновационного проекта характеризуется двумя отдельными наборами критериев, каждый из которых используется на одной из стадий. Набор критериев может варьироваться

Список критериев, используемых для оценки инновационных проектов [1, с. 1–3]

№	Критерии оценки проекта на стадии deal flow	Критерии оценки проекта на стадии due diligence
1	Решаемая продуктом проблема на рынке	Методы принятия решений
2	Охват рынка	Знает ли каждый член команды свои обязанности и понимают ли они, кто является лидером команды
3	Размер рынка	Динамика сегмента
4	Темп роста отрасли	Опыт владения и распоряжения большими денежными средствами
5	Размер необходимых инвестиций (статьи затрат), транши	Отношение команды к людям, приглашенным бизнес-ангелом для дальнейшей работы
6	Объем уже вложенных средств	Окупаемость
7	Предлагаемая доля инвестора в компании, %	Компетентность команды в области маркетинга
8	Оценка реалистичности запрашиваемых инвестиций	Работоспособность команды
9	Прогнозируемость доходов	Комфортность общения инвестора с командой
10	Расчетная рентабельность продаваемого продукта	Знание командой современных управленческих технологий
11	Четкое понимание своих потребителей	Новизна полученных результатов
12	Возврат на инвестицию при выходе инвестора из проекта	Привлекательность продукта
13	Степень риска	Стоимость проекта
14	Стадия проекта	Есть ли конкуренты, контролирующие более 30% рынка
15	Описание основных преимуществ товара	Доступность рынка
16	Характер конкуренции	Барьеры для входа на рынок конкурентов
17	Сильные и слабые стороны конкурентов	Чистая приведенная стоимость ( <i>NPV</i> )
18	Собственные сильные и слабые стороны	Барьеры для входа на рынок
19	Привлекательность для существующих потребительских рынков	Степень удовлетворения потребителя
20	Качество управления	Организация сбыта
21	Выход инвестора	Возможность производства по конкурентоспособным ценам
22	Качество продукта	Себестоимость продукции
23	Каналы сбыта	Динамика сегмента
24	Готов ли рынок к данному продукту	Альтернативные продукты и услуги
25	Осуществимость проекта	Складская политика
26	Готовность команды реинвестировать прибыль	Защита окружающей среды
27	Производственная и территориальная диверсификация	Являются ли зарплаты, премии, прения и прочие вознаграждения понятными и реалистичными
28	Степень сформированности команды	Условия при продаже (напр., скидки)
29	Характерные черты команды	Поможет ли автоматизация производства снизить цены
30	Опыт реализации успешных проектов	Соответствие производственным возможностям
31	Готовность команды к быстрым переменам	Простота производства
32	Защищенность технологии	Доступность трудовых и материальных ресурсов.
33	Возможность патентования	Возможность воспроизведения продукта конкурентами
34	Имеются производственные помещения	Импортозамещение
35	Потенциальная длительность жизненного цикла продукции.	Развитие экспорта
36	Согласны ли близкие терпеть все неудобства, связанные с предстоящей большой и сложной работой	Качество дополнительных работ

в зависимости от типа инновационного проекта и от отрасли, к которой он относится. Данные критерии были выделены авторами на основе анализа источников (в том числе и найденных примеров инновационных проектов) [7], а так же непосредственного общения с бизнес-ангелами. В табл. 1 приведен список критериев, используемых для оценки инновационных проектов.

Показатели структурированы по возрастанию степени важности для бизнес-ангела. Соответственно, критерий №1 является наиболее важным, а критерий №36 – наименее важным. Данное ранжирование понадобится в дальнейшей работе с инновационными проектами.

Все критерии могут быть оценены инвестором по таким показателям, как:

- творческий подход к представлению проекта (1). Важно уметь грамотно преподнести свой проект бизнес-ангелу таким образом, чтобы заинтересовать своего будущего инвестора.

- информативность проекта (2). Поданный на рассмотрение проект не должен содержать слишком много специальных терминов, лишней информации.

- привязанность ко времени (3).
- конкретность изложения материала (целей, задач) (4). Приветствуется четкость, краткость и логичность преподнесения информации. Отсутствие даже небольшого количества нужной для инвестора информации может повлиять на оценку проекта не в лучшую сторону.
- достижимость целей (5). Необходимо четко и понятно прописывать, каким образом поставленные цели будут достигаться. Изложение должно быть убедительным, без преувеличений.
- реальная выполнимость проекта в целом (6).

Показатели так же проранжированы по степени важности для бизнес-ангела (т.е. для эксперта, оценивающего поступивший к нему проект). Таблицы с показателями и критериями экспертами заполняются оценками каждого критерия по каждому из показателей. То есть каждый критерий описывается шести составляющими  $b_i = \{b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}, b_{i5}, \}$ , характеризующими степень его проработанности.

В предлагаемом авторами методе оценки инновационных проектов

работа экспертов будет заключаться только в оценке самих критериев проектов (см. табл. 1) по показателям и анализе полученного от системы ответа (совета по работе с проектом). Заполнение происходит цветами, указанными в табл. 3. Соответственно, чем выше насыщенность цвета пикселя в цветографической карте, тем более высокую оценку получил конкретный критерий по определенному показателю [1, с. 1–3]. Эксперт оценивает каждый проект именно цветовой гаммой, а не более привычными оценками (например, «неудовлетворительно» – «отлично», или от нуля до пяти баллов и т.д.). Данное оценивание является удобным в силу того, что «привычные» шкалы оценок могут не полностью соответствовать мнению эксперта при оценке того или иного критерия. Эксперт может колебаться между оценками «хорошо» и «отлично», или между «хорошо» и «удовлетворительно». Замена подобных шкал оценочных шкал цветовой гаммой дает возможность эксперту оценивать каждый критерий на основе

своего ментального восприятия, а не опираясь при оценке проекта на «сухие форматные» шкалы, что может значительно упростить работу с проектом. Т.е. по сути эксперт заполняет анкету, которая в конечном итоге приобретет вид изображения – цветографической карты (одной карты – если проект не получает удовлетворительной оценки уже на первой стадии и двух карт – если проект поступает на следующую стадию), дающей эксперту наглядную картину проекта с его сильными и слабыми местами. Простая же цифровая таблица (или таблица с лингвистическими оценками) требует дополнительные затраты времени и человеческих ресурсов.

Изначально цветографическая карта представляет собой пустую таблицу, которая заполняется экспертом в ручном режиме. Пример заполнения пустой цветографической карты показан ниже (табл. 3). Т.е. по сути эксперт заполняет своего рода анкетный лист.

Стоит отметить, что в силу того, что проекты, относящиеся к разным отраслям (например, к отрасли медицины, машиностроению и легкой промышленности), могут иметь абсолютно разный набор критериев, и, соответственно, иметь разные цветографические карты (в том числе и по наполненности таблицы цветами). Далее предполагается автоматизированная обработка полученных цветографических карт с получением оценки проекта и совет по дальнейшей работе с ним. Цветографические карты для проектов, заслуживающих оценки, например, «отлично» и «неудовлетворительно», будут значительно отличаться друг от друга интенсивностью используемых цветов (значениями оценок). Примеры наилучшего и наихудшего проектов изображены на рис. 2. Существует достаточно большое количество проектов, получивших, условно говоря, от инвестора оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», но при этом оценивались они по разному набору критериев, а также могли получать разные оценки по различным критериям. Как можно заметить,

Таблица 2

Соотнесение значения цвета численному значению

Цвет оценки	Вес цвета	Лингвистическое значение оценки
Цвет 1 (самый темный в градиенте)	1,0	Отлично проработан вопрос
Цвет 2	0,8	Весьма хорошо проработан вопрос
Цвет 3 (средний в градиенте)	0,6	Вопрос мало проработан
Цвет 4	0,4	Вопрос немного недоработан
Цвет 5	0,2	Вопрос практически не проработан
Цвет 6 (самый светлый в градиенте)	0	Вопрос совсем не проработан или не рассматривался
Цветовая градация каждого из приведенных значений является средним между смежными цветами	0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9	Промежуточные значения между двумя смежными суждениями

Таблица 3

Пример заполнения цветографической карты экспертом

Показатель	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	...	Параметр 6
Критерий 1	Цвет 1	Цвет 5	...	...	...
Критерий 2	...	Цвет 4	...	...	...
...	...	...	...	...	...
Критерий N	...	...	...	...	Цвет 6

фрагменты карт очень на рис. 2 сильно отличаются между собой по интенсивности цветов, а так же по направлению градиента изображения. На каждом этапе выделяется по 36 критериев, которые оцениваются по шести показателям. Т.е. эксперт должен по сути проставить  $36 \times 6 = 216$  оценок и вынести решение о дальнейшей работе с проектом. Оценки проставляются исходя из рассуждений эксперта, принимающего решение. Причем если бы каждый критерий оценивался как «отлично» (1) или «неудовлетворительно» (0), то каждый рассматриваемый проект может получить  $2^{216}$  сочетаний цветовых оценок, или соотнесен с одной из  $2^{216}$  цветографических карт. Но использование шкалы, состоящей всего из двух оценок, для оценки инновационного проекта использовать не представляется приемлемым в силу невозможности учитывать всю логику мышления эксперта. Использование четырехбалльной шкалы («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») было бы более удобным, но при этом значительно увеличивает количество сочетаний оценок (набор цветографических карт) до  $4^{216}$ . Но с помощью и этой шкалы достаточно сложно учесть все логические рассуждения эксперта в процессе оценки проекта. Поэтому достаточно удобно использовать 10-балльную шкалу при оценке проекта (табл. 2).

В таком случае число сочетаний оценок будет составлять  $10^{216}$  (то есть  $10^{216}$  цветографических карт). В черно-белой полиграфии цветографические карты для абсолютно «неудовлетворительного» и абсолютно «отличных» проектов будут выглядеть как белая матрица и черная матрица, как изображено на рис. 1.

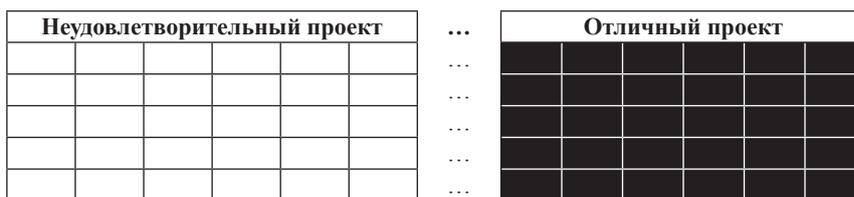


Рис. 1. Фрагменты цветографических карт абсолютно «неудовлетворительных» и абсолютно «отличных» проектов

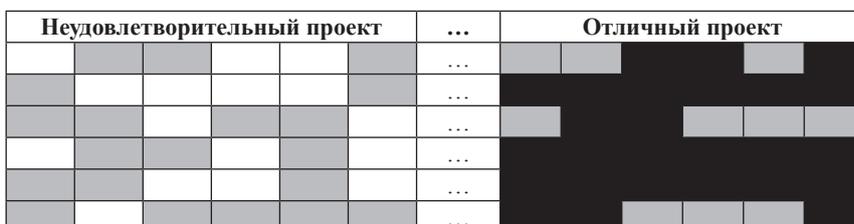


Рис. 2. Фрагменты цветографических карт

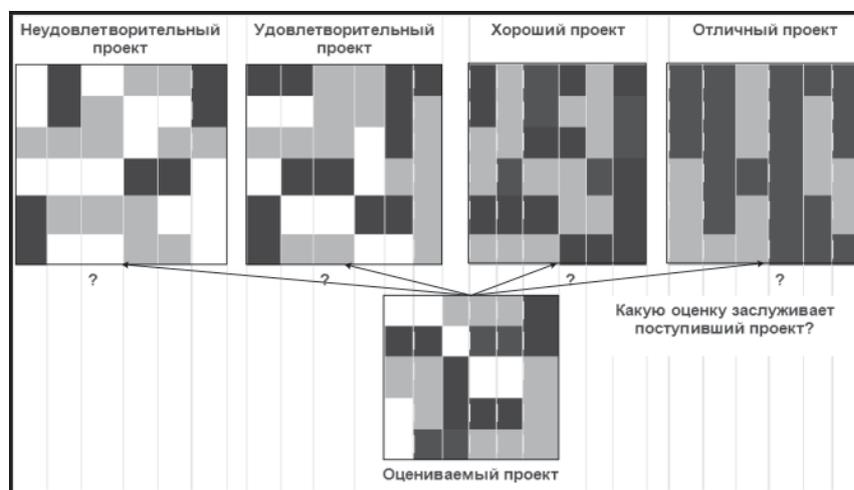


Рис. 3. Соотнесение новой цветографической карты с цветографической картой одного из эталонных проектов

Таким образом, получатся эталонные изображения для проектов, получивших от эксперта оценки «неудовлетворительно» и «отлично». На рис. 2 в черно-белой полиграфии изображены фрагменты цветографических карт, полученных в результате оценки экспертом перспективного и не очень хорошего проектов.

В результате получается две цветографические карты – для лучшего и худшего проектов. Как говорилось выше, количество сочетаний оценок достаточно велико, и чтобы избежать бесконечно длительного подбора нужной цветографической карты, эксперт, основываясь на своем опыте, может предположить – насколько качественно проработан подаваемый на рассмотрение

проект (проект хороший или нуждается в доработках, либо же стоит отказать), и после этого заполнить цветографическую карту.

Далее поступивший на рассмотрение проект в результате оценки обретает свою цветографическую карту, которая давала бы представление о качестве проработки идеи (т.е. соотнести полученную цветографическую карту с заполненными экспертом эталонами, как изображено на рис. 3). Однако же имеет смысл оценить еще несколько проектов с заведомо известными оценками качества – «хорошо» и «удовлетворительно». Это даст возможность экспертам снизить риск упустить интересный проект (если допускать четыре оценки, а не только оценки «отлично» и «неудов-

летворительно»), а инициаторам – получить шанс на дальнейшее развитие идеи. Но сами цветографические карты представляют собой изображения, простое рассмотрение человеком которых не даст итоговой оценки качества проекта в силу восприятия разными экспертами проекта в целом, исходя из своих соображений и опыта. Поэтому есть необходимость компьютерной обработки и анализа полученных изображений.

Для достижения этой цели наилучшим образом подходит использование нейронных сетей. Нейронные сети отлично себя зарекомендовали в медицине (к примеру, обработка рентген-изображений), в криминалистике (распознавание отпечатком пальцев), в авиации (самолеты-беспилотники), в распознавании цифр и букв и других задачах распознавания образов.

В общем виде алгоритм оценки инновационного проекта представляется следующим образом.

1. Выбор системы показателей для достоверной оценки инновационного проекта на стадии deal flow (выполняется экспертом, исходя из своих знаний и опыта, а так же от отрасли, к которой относится проект). Выбор данной системы происходит в процессе оценки экспертом инновационного проекта.

2. Определение для каждого критерия по каждому показателю оценки инновационного проекта цветовой переменной и составление цветографической карты по итогам оценки проекта на первой стадии. Данный этап так же выполняется экспертом, исходя из своего восприятия поданной ему на рассмотрение информации.

3. Анализ изображения с целью определения качества проекта (данный этап выполняется автоматизировано: изображение подается в компьютер через сканер):

- Преобразование цветографической карты в числовой вектор оценок;
- применение нейронной сети для оценки проекта;
- вычисление взвешенной оценки поступившего проекта на основе поступившего на вход нейронной сети числового вектора оценок;

- сравнение полученного значения с уже имеющимися взвешенными оценками проектов-эталонов;

- определение нейрона выходного слоя, имеющего на входе максимальное значение, что соответствует группе, к которой будет отнесен рассматриваемый проект;

4. Принятие решения о дальнейшей работе с проектом (эксперт, получив ответ от системы, принимает решение о дальнейшей работе с проектом):

- При решении попадания проекта в группу, не удовлетворяющую инвестора, следует от работы над проектом;

- В противном случае проект следует на вторую стадию оценки.

5. Работа с проектом на второй стадии оценки (due diligence) аналогична шагам 1–4, только с учетом уже других критериев.

6. Принятие решения о работе над проектом (продолжение работы над проектом и доведение до презентационной сессии, либо же отказ от него – решение принимается экспертом на основе полученного ответа от системы в случае прохождения проекта на вторую стадию оценки).

Как отмечалось выше, количество вариантов цветографических карт достаточно велико, и при этом итоговых оценок проекта, удобных для восприятия человека, – всего можно считать равным четырем (примем для итоговых оценок 4-балльную шкалу: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно»).

Очень удобным для обработки предоставленных экспертом оценок проекта инструментом для определения его качества являются нейронные сети.

На деле для обучения нейронной сети необходимо поступающее изображение (образ) представить в виде входного вектора:

$$X = \{X_{11}, X_{12}, \dots, X_{16}, X_{21}, X_{22}, \dots, X_{361}, \dots, X_{366}\}, \quad (1)$$

а эталонное изображение – в виде выходного вектора:

$$x = \{x_{11}, x_{12}, \dots, x_{16}, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{361}, \dots, x_{366}\}, \quad (2)$$

Входным вектором будет являться набор числовых значений, полученных в результате оценки проекта и лежащих в диапазоне от нуля до единицы. А выходными векторами будут являться векторы, содержащие следующие числовые значения:

для класса «отлично»:

$$\Omega_1 \in [0.9; 0.9001; \dots; 0.9102; \dots, 0.9999; 1]; \quad (3)$$

для класса «хорошо»:

$$\Omega_2 \in (0.7600; 0.7601; \dots; 0.8999; 0.9); \quad (4)$$

для класса «удовлетворительно»:

$$\Omega_3 \in (0.6100; 0.6101; \dots; 0.7599; 0.76); \quad (5)$$

для класса «неудовлетворительно»:

$$\Omega_4 \in (0.0; 0.0001; \dots; 0.6099; 0.6100); \quad (6)$$

Входное изображение подается на нейроны первого слоя в виде вектора числовых значений, уже преобразованных согласно табл. 4. Для получения входного вектора цветографическая карта разбивается на 216 секторов – 36 критериев оцениваются по шести показателям. Соответственно, получается своего рода таблица, состоящая из 36 строк и шесть столбцов, которые переводятся во входной вектор построчно. За каждым значением входного вектора будет закреплен конкретный нейрон входного слоя, который будет активизироваться в случае подачи на него числового значения, отличного от нуля. Входной слой после активации своих нейронов передает полученные значения на следующий слой для получения взвешенных оценок каждого критерия. На данном слое будет содержаться уже 36 нейронов-сумматоров. Результаты работы данных нейронов уже передаются на следующий слой для получения взвешенной оценки полученного изображения, полученной путем суммирования произведений значений полученного на предыдущем слое вектора на соответствующие веса. Изначально, при начале обучения нейронной сети на распознавание образов по эталонным изображениям, веса могут быть ничтожно малы, но в дальнейшем эти веса на-

страиваются с учетом ранжирования критериев и параметров оценки проектов (о данном ранжировании говорилось в начале статьи). Соответственно, наиболее важные для инвесторов критерии должны будут иметь самые высокие веса, а самые несущественные – минимальные веса (сумма весов в конечном итоге должна давать единицу). Полученная взвешенная оценка будет являться по своей сути оценкой качества поступившего на рассмотрение проекта. Но само число, полученное с помощью данного расчета, не несет никакой информативности для инвестора. Поэтому необходимо определить, к какому из классов можно отнести данный проект. Для этого взвешенная сумма, полученная на третьем слое нейронной сети, поступает на четвертый слой, в котором происходит сравнение полученной оценки с проектами-эталоном. Четвертый слой состоит из 20 нейронов, каждому из которых ставится в соответствие определенный эталон, относимый к заданному классу проектов. Все 20 нейронов разделены на четыре плоскости (по пять нейронов), соответствующие классам оценки проекта. В каждой плоскости будет

активизироваться тот нейрон, на который поступает максимальное значение. Первые четыре слоя нейронной сети являются полносвязными (то есть все нейроны предыдущего слоя связаны со всеми нейронами последующего слоя). Результатом работы четвертого слоя нейронной сети будет вектор значений, состоящий из четырех элементов, которые соответствуют классам оценки инновационного проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» соответственно. Данный вектор подается на последний слой, состоящий из четырех нейронов, каждый из которых закреплен за соответствующим классом. На данном слое будет активизироваться нейрон, соответствующий положению максимального значения в выходном векторе предыдущего слоя, определяя класс поступившего на рассмотрение проекта. Структура нейронной сети изображена на рис. 4.

Таким образом, нейронная сеть обучается по 20 образам-эталонам – по пять эталонов в каждом классе:

$$\begin{aligned} \Omega_1 &= (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5)_1; \\ \Omega_2 &= (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5)_2; \\ \Omega_3 &= (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5)_3; \\ \Omega_4 &= (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5)_4; \end{aligned} \quad (7)$$

где  $(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5)_k$  – эталонные образы, характеризующие классы проектов. Если же в процессе обучения нейронной сети заранее принадлежащий определенному классу эталон сетью относится к другому классу, то весовой вектор подлежит корректировке до тех пор, пока сеть не перестанет выдавать ошибки в классификации эталонных изображений.

Нейронная сеть обучается с помощью учителя, т.е. эксперт подает на вход нейронной сети изображение, заранее зная, к какому из классов относится проект. В случае ошибочной классификации изображение подается снова на вход, при этом сеть перенастраивается. Данный процесс продолжается до тех пор, пока либо все подаваемые обучающие примеры изображений не начнут классифицироваться правильно, либо процент ошибки классификации не достигнет своего минимума. Для определения принадлежности поступающих образов к тому или иному классу достаточно часто используется критерий минимального расстояния между распознаваемым образом  $x$  и каждым из эталонов  $\omega_i^k$ . Расстояние между образом  $x$  и каждым из эталонов  $\omega_i$  определяется по формуле:

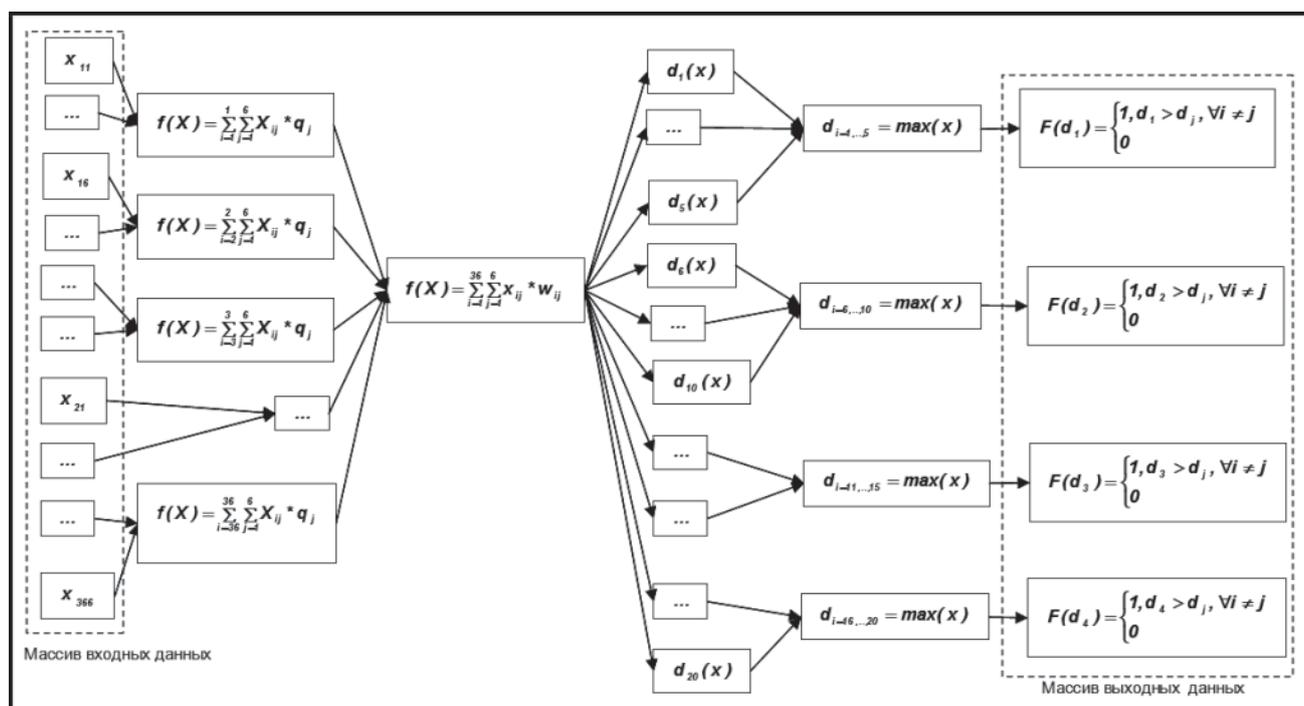


Рис. 4. Структура нейронной сети

$$D_i = \left( \sqrt{(F(X) - (\omega_i^k)) \times (F(X) - (\omega_i^k))} \right),$$

$$k = 1, \dots, 4 \quad (8)$$

то есть нахождение наименьшего расстояния до одного из эталонов в группе. Здесь  $k = 1, \dots, 4$  представляет собой номер класса:

$$F(X) = \sum_{i=1}^m X_{ij} \times w_{ij}. \quad (9)$$

Поскольку все расстояния имеют неотрицательные значения, то выбор минимального расстояния  $D_i$  есть не что иное, как выбор минимального квадрата расстояния  $D_i^2$  [3]. Возведение (8) в квадрат даст следующее выражение:

$$\left( (F(X) - \omega_i^k) \times (F(X) - \omega_i^k) \right)_{k=1, \dots, 4} =$$

$$= (F(X))^2 - 2 \times \left( F(X) \times \omega_i^k - \frac{1}{2} \times (\omega_i^k)^2 \right). \quad (10)$$

Однако, поскольку член  $(F(X))^2$  не зависит от номера класса  $\Omega_1$ , то это в свою очередь эквивалентно выбору максимального значения:

$$\left\{ F(X) \times \omega_i^k - \frac{1}{2} \times (\omega_i^k)^2 \right\}_{k=1, \dots, 4} \quad (11)$$

Данное выражение можно трактовать как степень близости исследуемого объекта к объекту-эталону, то есть исследуемого инновационного проекта к одному из проектов-эталонов.

Практическое применение предложенного авторами алгоритма является очень важным для инвесторов в силу того, данный алгоритм значительно упрощает работу частного инвестора по оценке инновационного проекта (предоставление полной картины по проработанности проекта, экономия времени, наглядность и простота восприятия итоговой картины проекта).

## Литература

1. Брагина Е.И. Оптимизация процесса принятия решений на рынке неформального венчурного инвестирования сетями нейропроцессоров [Электронный ресурс]: доклад / Брагина Е.И., Жесткова А.Ю.

// Студенческий науч. форум 2013: V междунар. студ. электрон. науч. конф., 15 февр. – 31 марта 2013 г. : Экономические науки, секция «Экономико-математическое моделирование» / Рос. акад. естествознания. – М., 2013. – С. 1–3. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2013/pdf/8772.pdf>.

2. Брагина Е.И. Проблематика представления инновационных идей и рекомендации будущим инноваторам [Текст] / Брагина Е.И., Терелянский П.В. // Приволжский науч. вестник. – 2012. – №8. – С. 31–34.

3. Брагина Е.И. Разработка методологии поддержки принятия решений в стратегическом управлении предприятием в условиях неопределённости [Электронный ресурс] / Декатов Д.Е., Егорова И.Е., Брагина Е.И. // Интернет-вестник ВолГАСУ. Серия «Строительная информатика». – 2013. – № 9 (26). – С. 1–5. – Режим доступа: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina1-2013\\_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina1-2013_9(26).pdf).

4. Брагина Е.И. Формализация процесса оценки эффективности стратегического управления сложными экономическими системами на основе качественной информации [Электронный ресурс] / Декатов Д.Е., Егорова И.Е., Брагина Е.И. // Интернет-вестник ВолГАСУ. Серия «Строительная информатика». – 2013. – № 9 (26). – С. 1–7. – Режим доступа: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina2-2013\\_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina2-2013_9(26).pdf).

5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

6. Каширин А.И. В поисках бизнес-ангела. Российский опыт привлечения стартовых инвестиций [Текст] / А.И. Каширин, А.С. Семенов. – М.: Вершина, 2008. – 384 с. : ил.

7. Содружество бизнес-ангелов России [Электронный ресурс]: материалы неком. Партнерства. Режим доступа: <http://www.russba.ru/>

## References

1. Bragina E.I. Optimization of process of decision making on unformal sector of venture investment by sets of simple neuroprocessors [Electronniy resurs]: report / Bragina E.I., Zhestkova A.Y. // Studencheskij nauch. forum 2013: V mezhdunar. stud. elektron. nauch. konf., 15 fevr. – 31 marta 2013 g. : Ekonomicheskie nauki, sekciya «Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie» / Ros. akad. estestvoznaniya. – M., 2013. – S. 1–3. – Mode of access: <http://www.scienceforum.ru/2013/pdf/8772.pdf>.

2. Bragina E.I. The problem of presentation of innovative ideas and advice to future innovators / Bragina E.I., Terelyansky P.V. // Privolzhskij nauch. vestnyk. – 2012. – №8. – С. 31–34.

3. Bragina E.I. Development of methodology of decision support in the strategic management of the company in the uncertainty [electronic resource] / Dekatov D.E., Egorova I.E., Bragina E.I. // Internet-vestnyk VolgGASU. Seriya “Stroitelnaya informatika”. – 2013. – № 9 (26). – С. 1–5. Mode of access: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina1-2013\\_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina1-2013_9(26).pdf).

4. Bragina E.I. Formalization of the process evaluation of the effectiveness of the strategic management of complex economic systems based on qualitative information [electronic resource] / Dekatov D.E., Egorova I.E., Bragina E.I. // Internet-vestnyk VolgGASU. Seriya “Stroitelnaya informatika”. – 2013. – № 9 (26). – С. 1–7. Mode of access: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina2-2013\\_9\(26\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/DekатовEgorovaBragina2-2013_9(26).pdf).

5. Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. – M.: Tehnosfera, 2005. – 1072 s.

6. Kashirin A.I. In search of a business angel. The Russian experience in raising seed money / Kashirin A.I., Semenov A.S. – M.: Verшина, 2008. – 384 s. : il.

7. Materials of Non-Profit Partnership «The Commonwealth of Business Angels of Russia» <http://www.russba.ru/>